TP 15
Pesée de Jupiter

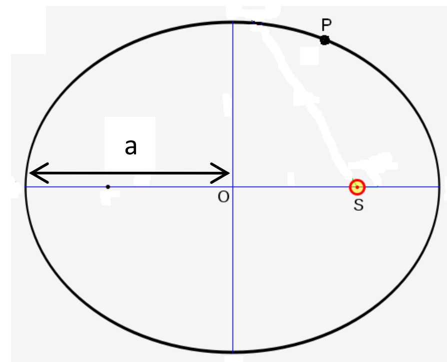
- **Connaitre les lois de Kepler ;**
- **Exploiter la troisième loi dans le cas d'un mouvement circulaire**

Comment déterminer la masse de Jupiter à partir du mouvement de ses quatre satellites ?

Document 1 : La troisième loi de Kepler

Dès 1595 un jeune professeur de mathématiques du collège de Graz : Johannes Kepler est persuadé qu'il y a un lien entre le rayon moyen de l'orbite d'une planète et sa vitesse sur son orbite. Mais il faudra à Kepler une très longue patience et des efforts incroyables pour trouver empiriquement une relation entre le rayon R de l'orbite moyenne d'une planète et sa période de révolution T (appelée à ce jour : troisième loi de Kepler).

Ce n'est qu'en 1618 que la troisième loi de Kepler, apparaît pour la première fois dans un ouvrage intitulé *Harmonices mundi* grâce aux mesures les plus précises sur les planètes que la science n'ait jamais eu à sa disposition. Ces mesures ont été réalisées par Tycho Brahe dont Kepler a été l'assistant.



Énoncé de la loi :
Le carré de la période de révolution *T* d'une planète P est proportionnel au cube du demi-grand axe *a* de sa trajectoire elliptique autour du Soleil S. :

$$\frac{T^2}{a^3} = k(\text{constante})$$

Document 2 : Les satellites de Jupiter
Jupiter est une planète géante gazeuse. Il s'agit de la plus grosse planète du Système solaire et la cinquième en partant du Soleil. Elle doit son nom au dieu romain Jupiter.
Visible à l'œil nu dans le ciel nocturne, Jupiter est habituellement le quatrième objet le plus brillant (après le Soleil, la Lune et Vénus).
Les quatre satellites de Jupiter, Callisto, Europe, Io et Ganymède, sont en bonne approximation, caractérisés par la même constante de proportionnalité.



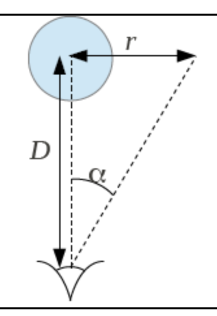
Les lois de la gravitation universelle énoncées par Isaac Newton permettent de relier la constante de la troisième loi de Kepler à la masse de l'astre central.

Dans le cas des satellites de Jupiter, Callisto, Europe, Io et Ganymède, les trajectoires sont quasi-circulaires, de rayon *r*, et on a :

$$\frac{T^2}{r^3} = \frac{4\pi^2}{GM_J}$$

G : constante universelle de gravitation : G = $6{,}67.10^{-11}$ N.m².kg^{-2}
M_J : masse de Jupiter en kg

Document 3 : angle de visée
L'angle de visée α est l'angle sous lequel on voit le rayon de la trajectoire du satellite.
D est la distance Terre-Jupiter (D donnée en u.a. par Stellarium)
1 u.a.= $1{,}496 \times 10^{11}$ m
r est la distance Jupiter-satellite



TRAVAIL A EFFECTUER

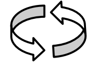
◗ S’approprier

1. Donner l’expression de la masse de Jupiter M_J à partir de la troisième loi de Kepler. Préciser les unités.

……
……
……

2. Vous disposez du logiciel de simulation Stellarium et du tableur-grapheur Regressi. Proposer un protocole permettant de déterminer la masse de Jupiter à partir des caractéristiques, *r* et *T*, de ses quatre satellites.

……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

APPEL N°1	
	**Appeler le professeur pour lui présenter le protocole ou, en cas de difficulté, pour obtenir de l’aide**

◗ **Réaliser**

3. A l'aide du logiciel Stellarium, déterminer le rayon et la période de l'orbite du satellite Europe. Vous vous aiderez du mode d'emploi simplifié de Stellarium.

APPEL N°2	**Appeler le professeur pour lui présenter les résultats expérimentaux ou, en cas de difficulté, pour obtenir de l'aide**

- Reporter les résultats dans le tableau ci-contre.:

Satellite	***T* en jours (j)**	***r* (m)**
Io	1,77	$4,22 \times 10^8$
Ganymède	7,15	$1,07 \times 10^9$
Callisto	16,69	$1,88 \times 10^9$
Europe		

4. Tracer le graphe $r^3 = f(T^2)$. Modéliser ce graphe puis noter tous les renseignements utiles.

◗ **Valider**

5. En exploitant le graphe $r^3 = f(T^2)$, déterminer la masse de Jupiter.

……
……
……
……
……
……
……
……

6. La masse de Jupiter trouvée dans la littérature scientifique est $1,8986 \times 10^{27}$ kg. La valeur que vous avez déterminée est-elle en accord avec cette valeur de référence ?